

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Grau Cuellas, Álvaro; Gil Solano, Carla; Jurkiewicz Cortada, Marc; [et al.].  
Planta de producció d'àcid oxàlic en forma de dihidrat a partir d'etilenglicol.  
2021. 1 vol. (951 Grau en Enginyeria Química)

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/248633>

under the terms of the  license

# PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID OXÀLIC EN FORMA DE DIHIDRAT A PARTIR D'ETILENGLICOL

Grau en Enginyeria Química



Marc Jurkiewicz Cortada  
Miguel López Olid  
Carla Gil Solano  
Álvaro Grau Cuellas  
Tania Marin Sánchez  
Anna Ortiz Fort  
Rafael Palacios Bosch (Tutor)



# PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID OXÀLIC EN FORMA DE DIHIDRAT A PARTIR D'ETILENGLICOL

## SUMARI



Marc Jurkiewicz Cortada  
Miguel López Olid  
Carla Gil Solano  
Álvaro Grau Cuellas  
Tania Marin Sánchez  
Anna Ortiz Fort  
Rafael Palacios Bosch (Tutor)





## Agraïments

La consecució d'un treball d'aquesta magnitud, no només pel que és, el treball de fi de grau, sinó també pel que representa -la carta de presentació de cadascun de nosaltres al món de l'enginyeria química, la de veritat, la que ens espera a l'altra banda de les portes de la Facultat- és *per se* un motiu d'orgull, i encara més si es té el ferm convenciment que s'ha realitzat un treball robust, amb decisions justificades i basades en els coneixements que hem adquirit al llarg de quatre anys de formació, i sobretot, un treball en què tots hem fet tant com hem pogut i tan bé com hem sabut. Creiem que no errem si pensem, doncs, que davant d'un projecte d'una idiosincràsia tant particular, hem assolit un èxit sense pal·liatius.

Evidentment, un èxit d'aquesta mena no s'aconsegueix sense l'ajut, el suport i la col·laboració de valor inestimable de moltes persones. És per aquest motiu que el primer "gràcies" és per a tots els membres del grup OXALIN, S.L., transmutat durant uns mesos en empresa. I aquest és un "gràcies" especialment sincer, perquè tots nosaltres hem fet el que era a les nostres mans i més perquè el treball fos un molt bon treball, no només des del punt de vista tècnic, sinó també en el pla de les relacions personals, que han estat fluïdes, sinceres, generoses i quan ha calgut solidàries al llarg del desenvolupament de tot el projecte.

El segon "gràcies" és per a en Rafa i en Ricard. Volem traslladar-los un sentit sentiment de gratificació no tant sols per l'assessorament constant, les idees, les advertències i la seva experiència participant en aquesta assignatura, sinó també per haver-nos instruït en aspectes propis d'aquella enginyeria de veritat a la qual fèiem referència a les primeres línies. Gràcies perquè és gratificant trobar-se de tant en tant amb docents que no provenen de l'àmbit purament acadèmic, sinó que desenvolupen aquelles feines que molts aspirem desenvolupar en un futur que ja té molt de present.

Tampoc volem oblidar-nos dels professors als quals hem acudit en diverses etapes del projecte: a la Paqui, a l'Albert, a la Montse, al David i a l'Óscar, del qual volem destacar el seu tracte amable i empàtic i el seu ajut desinteressat. Aquest tercer "gràcies" també el fem extensiu a tots els docents del grau. Tots i totes són, en un cert grau, actors necessaris per a la consecució del present treball.

Finalment, volem pronunciar un emocionat "GRÀCIES" i dedicar-lo als nostres familiars i amics, però també a molts companys del grau. Sense el seu suport, la seva col·laboració, la seva amistat i tot el que això comporta, el treball hagués estat, sí, però hagués estat molt diferent.



## Álvaro Grau Cuellas

A la meva família i amics, en especial a la meva mare pel seu suport durant tots aquests anys.



## **Carla Gil Solano**

Una vegada finalitzat aquest projecte, m'agradaria agrair, primer de tot, als meus companys la feina i l'esforç que hem realitzat junts diàriament aquests últims mesos, així com la perfecta organització i comunicació que hem tingut.

A en Rafa, per tots els ànims i consells que ens ha donat, per així poder realitzar satisfactòriament aquest projecte de final de grau. A més, també agrair a tots els professors que hem tingut durant tota la carrera, per la predisposició a ajudar-nos en qualsevol moment.

Agrair a la meva família i amics, per estar sempre, per preocupar-se i ajudar-me, ja que sense el seu suport incondicional no m'hauria sigut possible arribar fins aquí. Especialment als meus pares, Isabel i Jaume, ells han viscut en primera persona aquesta etapa universitària, han estat al meu costat animant-me i confiant en mi sempre, tot i les adversitats que han sorgit durant aquests anys. Gràcies per ser la meva inspiració, per creure en mi, per estar al meu costat i tranquil·litzar-me cada vegada que m'estressava, per els "tu pots, confiem en tu" que sempre em dieu, per compartir amb mi tant els obstacles com els èxits, hi ha tantes coses que us agrairia que no acabaria mai. També m'agradaria agrair-li a la meva amiga Ivette, per tots els moments que hem passat juntes des del primer dia, ajudant-nos mútuament i compartint records que mai oblidarem. Aquest grau sense tu no hauria sigut el mateix.

En definitiva, dono les gràcies a totes les persones que m'han recolzat durant tots aquests anys i m'han ajudat a seguir endavant. Amb aquest projecte tanco una etapa de la meva vida que, estic segura, mai oblidaré i de la que he après moltíssim.





## Marc Jurkiewicz Cortada

S'ha acabat. S'ha acabat el Treball de Fi de Grau i amb ell, valgui la redundància, el grau. És per aquest motiu que és inevitable que aquesta pàgina d'agraïments a tots aquells que han estat participants del Treball es torni, en certa manera, en un comiat agraït i sentit, en un gràcies a tots aquells que m'heu acompanyat -família, amics, amics que us heu tornat família, companys de classe i professors- , en un fins l'any que ve per aquells que seguireu al meu costat i en un a reveure i bona sort per aquells que emprendreu altres camins.

M'embarga la sensació que malgrat la meva estada a la Universitat Autònoma de Barcelona hagi estat de tan sols quatre anys, el meu contacte amb els estudis cursats començà molt abans, i és que a casa, amb un pare i una mare químics, els dos de la UAB, sempre s'ha parlat de química, de ciència, del que ens envolta. A ells els vull agrair, a banda de ser els millors pares del món, haver triomfat en la seva professió i que això els hagi permès donar-nos, a mi i a la meva germana, tots els mitjans necessaris per tirar endavant i centrar-nos en els nostres estudis, en els quals sempre -i aquest treball no n'és una excepció- s'hi han involucrat.

I si els meus pares han estat actors necessaris perquè jo acabés seleccionant els estudis d'Enginyeria Química, l'Andrea -Coletero, Love o Cosita segons el moment- ha fet que els quatre anys a la Universitat hagin estat, fins ara, els millors anys de la meua vida. Una companya que al cap d'un any es convertí en amiga, i amb qui al cap d'un altre any, esdevinguérem companys de viatge. Una persona empàtica, que posseeix i practica una intel·ligència emocional com la de molt pocs, treballadora, intel·ligent, amiga dels seus amics. Els dos hem realitzat el Treball de Fi de Grau i em fa feliç pensar que l'un ha estat el suport de l'altre en els moments més crítics del mateix.

Així mateix, el Treball m'ha permès conèixer més a fons a en Miguel, l'Anna, l'Álvaro, la Tania i la Carla. Junts hem format un equip sòlid i cohesionat, treballador i rigorós, entregat i generós. Junts hem viscut moments difícils, moments divertits, moments de debat, moments de treball, i finalment hem produït un gran projecte. Els desitjo tots els èxits, perquè se'ls mereixen.

També voldria agrair de forma especial la feina que fan en Ricard i en Rafa en el sí del Treball. Si amb els anys s'acabés descobrint que la fórmula amb què es desenvolupa aquesta assignatura no és la més idònia, seria una gran notícia que se seguís comptant amb ells, amb els seus coneixements i sobretot amb la seva experiència en el món de la indústria.

Per acabar, vull pronunciar un MOLTES GRÀCIES i dedicar-lo a tots els professors de la carrera, per estimar-se cadascú la seva àrea de coneixement però també la docència; a la resta de familiars i amics, per ser tan meravellosos; i a l'Espanyol, per haver ascendit a primera. L'any que ve, el *Darderisme* ens portarà a Europa.



Finalment, i donat que la banda sonora del Treball ha estat sens dubte la 4' 33'' de John Cage combinada amb una cavil·lació constant, permeteu-me posar lletra i melodia a l'estiu que arriba i que donarà pas a una nova etapa:

*Puestos a saltar*

*Prefiero lanzarme al mar*

*Y a ver qué pasa*

*A ver qué pasa*

*A ver qué pasa*

*Porque algo pasa*

*Creo que algo pasa*

*Cuando me pasa*



## **Miguel López Olid**

Vull agrair primerament al meu equip el seu gran esforç i dedicació en el treball, la compenetració i la bona actitud durant tot el treball, incloent-hi els moments més difícils d'aquesta empresa. Han fet un gran treball i li han dedicat un esforç que probablement mai podré agrair tot el que m'agradaria.

També vull agrair a tots els meus amics la seva presència i ajut en aquest període del projecte, tant als enginyers que he portat al costat meu al llarg de la carrera, com els amics que han estat amb mi tot aquest temps; vull destacar de tots aquests a en Xavi Fernández, un gran company durant tota la carrera i que sempre ha mostrat el major interès en ajudar de manera desinteressada. Moltíssimes gràcies.

Abans d'acabar, vull donar les gràcies a tota la meva família pel seu gran suport i atenció, per haver estat dia a dia en aquest gran esforç continu, i també vull donar les gràcies a la resta de persones que no he esmentat però que m'han ajudat a seguir endavant en aquest projecte, que han aconseguit fer-me riure encara que hagi sigut només una estona, que han estat allà en algun moment on feia falta i si, tots vosaltres també formeu part de tota aquesta experiència. I finalment, moltes gràcies al propi projecte: aquest ha sigut un pas clau en la carrera i en l'aprenentatge del camí de l'enginyer, de l'assoliment de coneixements en grup i del descobriment de les actituds professionals i ètiques de la nostra carrera.



## **Tania Marín Sánchez**

A banda de les persones anomenades anteriorment, vull agrair el suport dels familiars més propers pel suport incondicional durant el transcurs de la carrera, en concret a la meva mare Cristina, els meus germans, Andrea i Ivan, i a la meva àvia, Piedad.

Vull agrair a la meva segona família d'amics que m'ha donat aquesta carrera, la qual ens ha fet viure caigudes abismals a les recuperacions de febrer i juliol però també celebracions després dels aprovats, però sempre junts. Encara que al finalitzar la carrera les nostres vides se separin, mai oblidaré tots els moments viscuts.

Considero rellevant agrair a l'equip docent de la universitat per ser un professorat tant proper a l'hora de solucionar i ajudar en tot el que podien, i s'ha de reconèixer com és degut.

Per altra banda, fora d'aquest cercle d'amics vinculats amb la universitat, vull agrair als meus companys d'arbitratge, en concret a Marina i Ari per ajudar-me a fer un canvi d'aires quan ho necessitava, per ser les pitjors influències que existeixen i per seguir-me en totes les bogeries presents que hem viscut i ens queden per viure.

En general, vull agrair a totes les persones que m'han acompanyat en aquest camí.

Escric aquestes paraules amb el cor encongit, recordant tots els moments viscuts, els quals m'han fet madurar i millorar com a persona. Amb aquest treball finalitzo una etapa clau a la meua vida, on puc afirmar que la tornaria a viure, a gaudir d'ella. M'emporto una segona família i un títol sota el braç.



## **Anna Ortiz Fort**

En primer lloc, agrair a tots els membres del grup la participació i l'esforç que han dedicat al llarg d'aquests mesos per a la realització del Treball de Fi de Grau.

A vegades sembla complicat poder compenetrar-se sis persones amb diferents condicions personals, ja sigui treball, universitat, entre altres activitats, no obstant, he pogut confirmar que amb l'actitud adequada tot és possible, i és així com s'ha realitzat aquest treball d'inici a final, amb dedicació, esforç i empatia entre tots els membres del grup.

També, vull agrair a Aldous Huxley amb el seu llibre "Un mundo feliz" que m'ha acompanyat als minuts de desconnexió.



## **SUMARI**

### **CAPÍTOL 1. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE**

- 1.1. Especificacions del projecte
- 1.2. Avaluació de les comunicacions i accessibilitat de la planta
- 1.3. Mètodes d'obtenció d'àcid oxàlic
- 1.4. Característiques dels compostos implicats en el procés
- 1.5. Descripció detallada del procés
- 1.6. Especificacions i necessitats dels serveis de planta
- 1.7. Plantilla dels treballadors estimada a operar la planta
- 1.8. Planificació temporal

### **CAPÍTOL 2. EQUIPS**

- 1.1. Especificacions del projecte
- 1.2. Avaluació de les comunicacions i accessibilitat de la planta
- 1.3. Mètodes d'obtenció d'àcid oxàlic
- 1.4. Característiques dels compostos implicats en el procés
- 1.5. Descripció detallada del procés
- 1.6. Especificacions i necessitats dels serveis de planta
- 1.7. Plantilla dels treballadors estimada a operar la planta
- 1.8. Planificació temporal

### **CAPÍTOL 3. INSTRUMENTACIÓ I CONTROL**

- 3.1. Introducció al control i a la instrumentació
- 3.2. Nomenclatura i símbols dels sistemes de control
- 3.3. Arquitectura del sistema de control
- 3.4. Elements primaris
- 3.5. Vàlvules de control
- 3.6. Llistat dels llaços de control i instrumentació
- 3.7. Descripció i caracterització dels llaços de control i del monitoratge



## **CAPÍTOL 4. CANONADES I ACCESSORIS**

- 4.1. Canonades i transport
- 4.2. Bombes, blowers, extractors i compressors
- 4.3. Vàlvules
- 4.4. Accessoris

## **CAPÍTOL 5. SEGURETAT I HIGIENE**

- 5.1. Introducció
- 5.2. Riscos i accidents a la indústria química
- 5.3. Substàncies químiques
- 5.4. Senyalística
- 5.5. Higiene
- 5.6. Equips de protecció individual (EPI's)
- 5.7. Primers auxilis
- 5.8. Seguretat i salut
- 5.9. Emmagatzematge de productes químics
- 5.10. Zones de càrrega, descàrrega i transport de matèries
- 5.11. Distància de seguretat entre instal·lacions
- 5.12. Prevenció contra incendis a OXALIN, S.L.
- 5.13. Avaluació dels possibles riscos a OXALIN, S.L. i mesures
- 5.14. Tècniques de prevenció i protecció dels possibles riscos a OXALIN, S.L.
- 5.15. Explosions més probables que poden donar-se a OXALIN, S.L.
- 5.16. Estudi del risc d'incendi a OXALIN, S.L. i mesures
- 5.17. Anàlisis de riscos, HAZOP

## **CAPÍTOL 6. MEDIAMBIENT**

- 1.1. Especificacions del projecte
- 1.2. Avaluació de les comunicacions i accessibilitat de la planta
- 1.3. Mètodes d'obtenció d'àcid oxàlic



- 1.4. Característiques dels compostos implicats en el procés
- 1.5. Descripció detallada del procés
- 1.6. Especificacions i necessitats dels serveis de planta
- 1.7. Plantilla dels treballadors estimada a operar la planta
- 1.8. Planificació temporal

## **CAPÍTOL 7. AVALUACIÓ ECONÒMICA**

- 7.1. Introducció
- 7.2. Estudi de mercat
- 7.3. Forma jurídica de l'empresa
- 7.4. Avaluació de la viabilitat econòmica del projecte

## **CAPÍTOL 8. POSADA EN MARXA**

- 8.1. Introducció
- 8.2. Accions prèvies
- 8.3. Posada en marxa des de zero
- 8.4. Parada tècnica de la planta planificada
- 8.5. Parada d'emergència de la planta

## **CAPÍTOL 9. OPERACIÓ DE LA PLANTA**

- 9.1. Introducció
- 9.2. Departaments de la planta
- 9.3. Operació per àrees

## **CAPÍTOL 10. DIAGRAMES I PLÀNOLS**

- 10.1. Llegendes i simbologia
- 10.2. Diagrames de flux de procés
- 10.3. Diagrames P&ID
- 10.4. Diagrames d'implementació





## **CAPÍTOL 11. MANUAL DE CÀLCULS**

- 11.1.Dades bibliogràfiques
- 11.2.Disseny dels reactors
- 11.3.Disseny dels tancs d'emmagatzematge
- 11.4.Disseny dels mescladors
- 11.5.Bescanviadors de calor i condensadors
- 11.6.Disseny dels evaporadors
- 11.7. Cristal·litzadors
- 11.8.Disseny del cristal·litzador de segona etapa
- 11.9.Disseny dels mescladors del downstream
- 11.10.Disseny del redisolver
- 11.11. Selecció de les centrífugues
- 11.12.Assecador
- 11.13 Cicló
- 11.14.Disseny dels tancs pulmó de recepció i dispensa de sòlids
- 11.15.Tanc de condensats
- 11.16.Sitja
- 11.17.Màquina per a l'empaquetatge, paletització i enfardament dels big-bags de producte acabat
- 11.18.Selecció dels equips necessaris per a la dispensa d'aigua de xarxa
- 11.19.Selecció dels equips necessaris per a la dispensa d'aigua descalcificada
- 11.20.Selecció de la torre de refrigeració
- 11.21.Chillers
- 11.22 Caldera de vapor
- 11.23.Determinació del consum elèctric i dimensionament de l'estació transformadora
- 11.24.Canonades, bombes i compressors



## **CAPÍTOL 12. MILLORES I AMPLIACIONS**

- 12.1. Recuperació de l'àcid nítric al 70%
- 12.2. Generació d'oxigen en planta
- 12.3. Aprofitament dels llots
- 12.4. Instal·lació de plaques solars
- 12.5. Aprofitament de l'oxigen de sortida de l'absorbidor

## **CAPÍTOL 13. COMUNICACIÓ**

- 13.1. Wix
- 13.2. Oxalin web